

COMPARING THE EFFECTIVENESS OF HARDENING MOULDING SAND WITH THE WATER GLASS IN PROCESSES OF MICROWAVE HEATING AND THE CO₂ PROCESS

PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI UTWARDZANIA MAS FORMIERSKICH ZE SZKŁEM WODNYM W PROCESACH NAGRZEWANIA MIKROFALOWEGO I PROCESU CO₂

K. GRANAT¹, D. NOWAK², M. PIGIEL³, M. STACHOWICZ⁴

STRESZCZENIE: W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki badań wpływu metody utwardzania na podstawowe właściwości masy formierskiej ze szkłem wodnym takie jak: wytrzymałość na zginanie i rozciąganie. Stwierdzono bardzo istotny wpływ mikrofal na proces suszenia. Wykazano, że wszystkie, użyte w badaniach, gatunki szkła wodnego sodowego o module od 2,0 do 3,3 mogą znaleźć zastosowanie jako spoiwo mas formierskich przeznaczonych do utwardzania w procesie nagrzewania mikrofalowego. Analizując wyniki badań właściwości mas formierskich z dodatkiem 2,5 % szkła wodnego utwardzanych mikrofalowo stwierdzono, że wartości wytrzymałości na zginanie i rozciąganie są dziesięciokrotnie większe w porównaniu do klasycznego procesu CO₂. Mikrofalowe utwardzanie mas formierskich ze szkłem wodnym gwarantuje, poza istotnym skróceniem czasu procesu, pełną stabilizację ich właściwości oraz znacznie mniejsze zużycie energii, a ponadto możliwość zmniejszenia ilości stosowanego spoiwa i przez to poprawę wybijalności mas. Mikrofalowe nagrzewanie mas ze szkłem wodnym stwarza, poprzez odpowiedni dobór parametrów procesu, możliwość prognozowania ich właściwości i sterowania nimi.

ABSTRACT: At the presented work research findings of the influence of hardening the method on basic properties of moulding sand with the water glass so as: bending and tensile strength and thelt has been found that microwaves are of great importance for curing process. It has been proved, that all the investigated sorts of sodium water glass of 2.0 to 3.3 module could be used as binding material of molding sands intended for curing with the microwave process. Analysing research findings of the property of moulding sand with the addition of the 2.5 % water glass microwawe hardened they stated that value of the resistance to bending and stretching was ten times bigger in comparing to the CO₂ process. Microwave curing of water glass moldings sands guarantees, apart from a significant process time reduction, a full stabilization of their properties as well as considerable lower energy consumption and allows for amount reduction of the used binding agent and, as a result, improvement of knock-out properties of the sands. Microwave heating of water glass- molding sands, through suitable process parameter selection, results in the possibility of forecasting and control of their properties.

SŁOWA KLUCZOWE: mikrofae, masa formierska, szkło wodne, proces CO₂

KEYWORDS: microwaves, molding sand, water glass, CO₂ process

¹ Dr hab. inż. Kazimierz Granat - Zakład Odlewnictwa i Automatyzacji, Politechnika Wrocławska

² Dr inż. Daniel Nowak - Zakład Odlewnictwa i Automatyzacji, Politechnika Wrocławska

³ Dr inż. Mirosław Pigiel - Zakład Odlewnictwa i Automatyzacji, Politechnika Wrocławska

⁴ Mgr inż. Mateusz Stachowicz - Zakład Odlewnictwa i Automatyzacji, Politechnika Wrocławska

1 WPROWADZENIE

Szerokie zastosowanie energii mikrofalowej w takich dziedzinach jak: telekomunikacja, meteorologia czy chemia było przyczynkiem do wykorzystania energii mikrofalowej również w odlewnictwie np. w procesach utwardzania mas formierskich, w tym mas za szkłem wodnym [1-5]. W porównaniu do procesu nagrzewania konwencjonalnego zużycie energii przy nagrzewaniu mikrofalowym jest od 10 nawet do 100 razy mniejsze, natomiast czas trwania procesu nagrzewania mikrofalowego w odniesieniu do nagrzewania konwencjonalnego jest 10-200 razy krótszy [1,2,6,8].

2 STANOWISKO POMIAROWE

Badania procesu utwardzania (suszenia, dehydratacji [7]) mas formierskich prowadzonego w będących w powszechnym użytku kuchenkach mikrofalowych nie gwarantuje powtarzalności parametrów i pełnej kontroli procesu. Mają one bowiem prosty zasilacz nie pozwalający na płynną regulację mocy magnetronu. W badaniach zastosowano urządzenie (rys. 1) sterowane mikroprocesorowo, pozwalające na kontrolowanie mocy wyjściowej magnetronu i regulację amplitudy mikrofal (co pozwala na płynną regulację mocy) oraz na możliwość programowania czasu trwania i ilości cykli nagrzewania dobranych do stopnia wypełnienia wsadem komory roboczej [2,5,8].



Rys.1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

3 PRZYGOTOWANIE MAS FORMIERSKICH

Na podstawie danych literaturowych oraz analizy wyników badań wstępnych [2] ustalono, że korzystnym z punktu widzenia procesu utwardzania mikrofalowego jest wprowadzenie do masy składającej się z piasku kwarcowego i szkła wodnego 0,5 % dodatku wody. Do sporządzania użytych w badaniach mas formierskich zastosowano wzorcowy piasek kwarcowy z kopalni Nowogród Bobrzański o frakcji głównej 0,32/0,20/0,16 oraz dostępne w handlu gatunki szkła wodnego sodowego wyprodukowanego w Zakładach Chemicznych „Rudniki” S.A., którego właściwości (zgodnie z atestem) przedstawiono w tabeli 1 (tłustym drukiem zaznaczono gatunki powszechnie stosowane w odlewnictwie [9]). Masy przygotowano według następującego schematu. Do mieszarki laboratoryjnej wsypywano porcję piasku kwarcowego (4 kg), a po jej uruchomieniu wlewano 20ml (0,5 %) wody. W trakcie mieszania dozowano szkło wodne (2,5 %) i mieszano 4 minuty. Z tak przygotowanych mas formowano na ubijaku laboratoryjnym próbki do określania wytrzymałości na rozciąganie i zginanie.

Stopień zagęszczenia badanych próbek określony został na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych; w których stwierdzono, że trzykrotne ubicie na ubijaku laboratoryjnym badanych mas gwarantuje dostateczne ich zagęszczenie pozwalające na wyjęcie bez uszkodzenia kształtek z foremek i manewrowanie nimi niezależnie od gatunku użytego do tych mas szkła wodnego.

Ustalono w ten sposób również stałą, odgrywającą w badaniach mas z tym spoiwem istotną rolę [3], gęstość pozorną masy.

Tabela 1. Właściwości fizyko-chemiczne szkła wodnego sodowego

Gatunek	Moduł molewowy SiO ₂ /Na ₂ O	Zawartość tlenków (SiO ₂ +Na ₂ O) %	Gęstość (20 °C) g/cm ³	Fe ₂ O ₃ % max	CaO ^e % max	Lepkość dynamiczna (P)
150	1,9÷2,1	40,0	1,50÷1,53	0,01	0,1	1
149	2,8÷3,0	42,5	1,49÷1,51	0,01	0,1	7
145	2,4÷2,6	39,0	1,45÷1,48	0,01	0,1	1
140	2,9÷3,1	36	1,40÷1,43	0,01	0,1	1
137	3,2÷3,4	35	1,37÷1,40	0,01	0,1	1

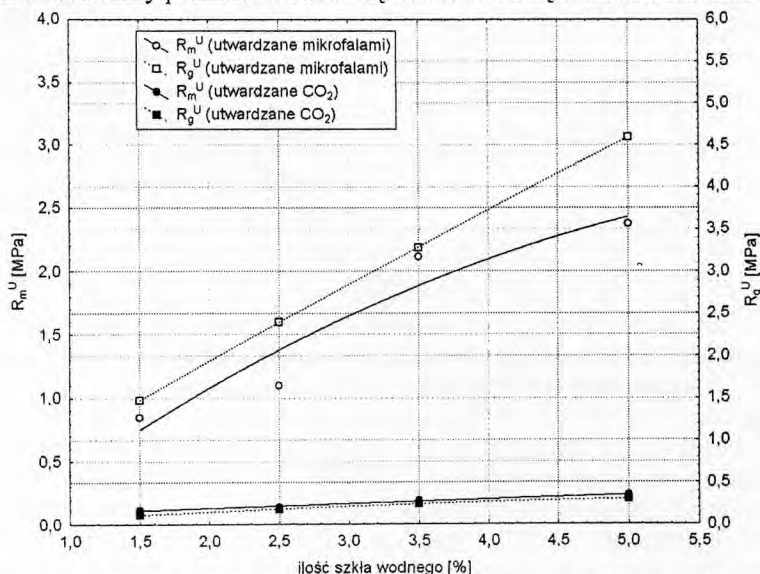
4 PROCES UTWARDZANIA PRÓBEK

Badania przeprowadzono w dwóch próbach po dwie serie. W celu porównania efektów utwardzania, wykorzystano 5 gatunków szkła wodnego (tab.1.). W pierwszej metodzie próbki przedmuchiwano dwutlenkiem węgla [9,11] przez 30 sekund pod ciśnieniem gazu 0,02 MPa.

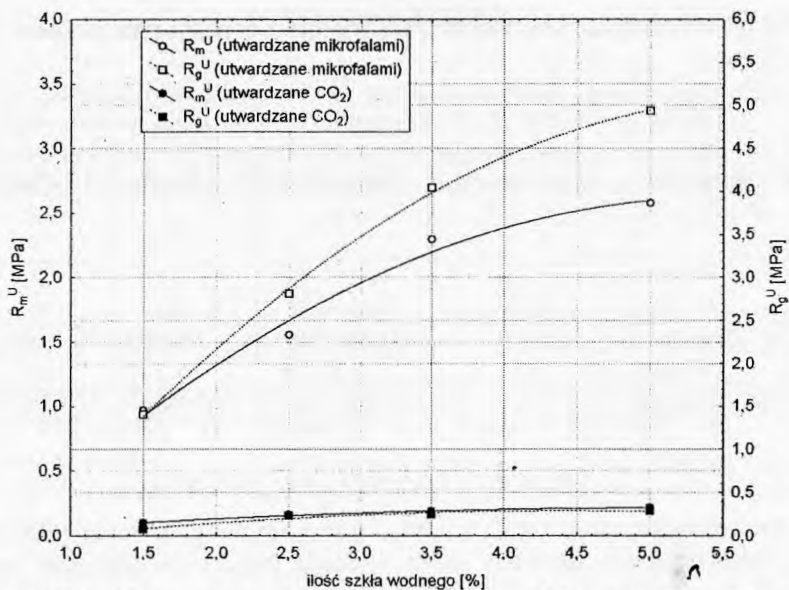
Druga metoda polegała na poddaniu próbek działaniu mikrofal przy czym do komory grzewczej wkładano jednocześnie po trzy próbki. Ta ilość zapewniała właściwą pracę magnetronu. Z przeprowadzonych wcześniej badań ustalono, że optymalny czas procesu utwardzania będzie wynosić 240 sekund [10]. Probki po utwardzeniu ostudzono na wolnym powietrzu do temperatury otoczenia. Moc wyjściowa mikrofal wynosiła 720W.

5 WYNIKI BADAŃ

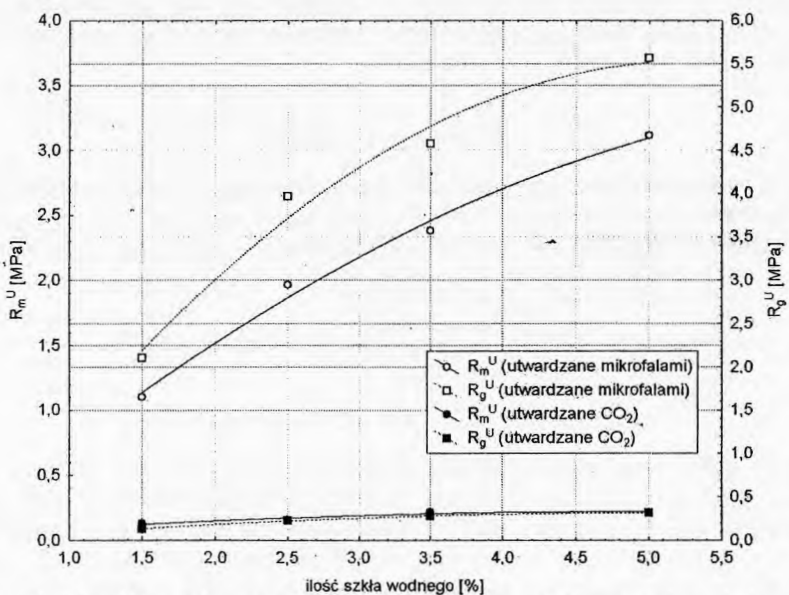
Zestawienie wyników badań wpływu ilości szkła wodnego na wytrzymałość na rozciąganie i zginanie przedstawiono na rysunkach od 2 do 6. Na rysunkach zestawiono dla porównania wyniki dla obu metod utwardzania. Punkty pomiarowe stanowią wartość średnią z trzech oznaczeń.



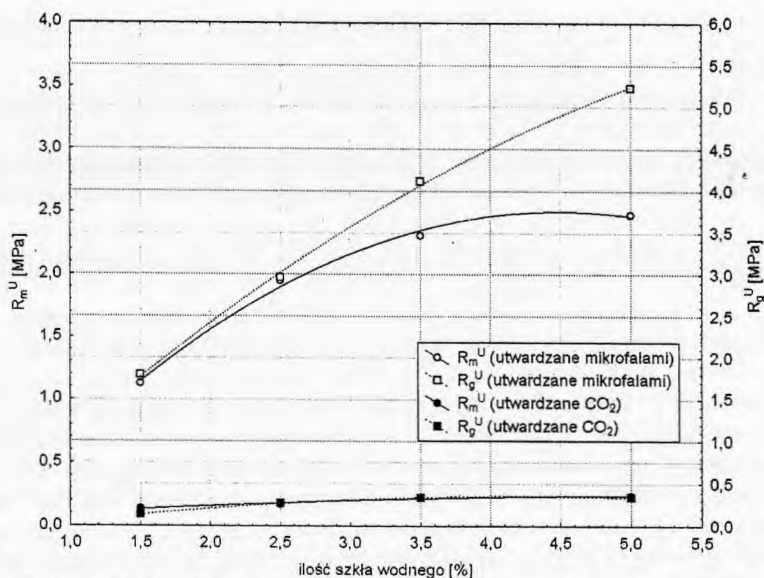
Rys.2. Wpływ ilości szkła wodnego o module 3,3 na wytrzymałość na rozciąganie i zginanie masy formierskiej utwardzanymi mikrofalowo oraz w procesie CO₂



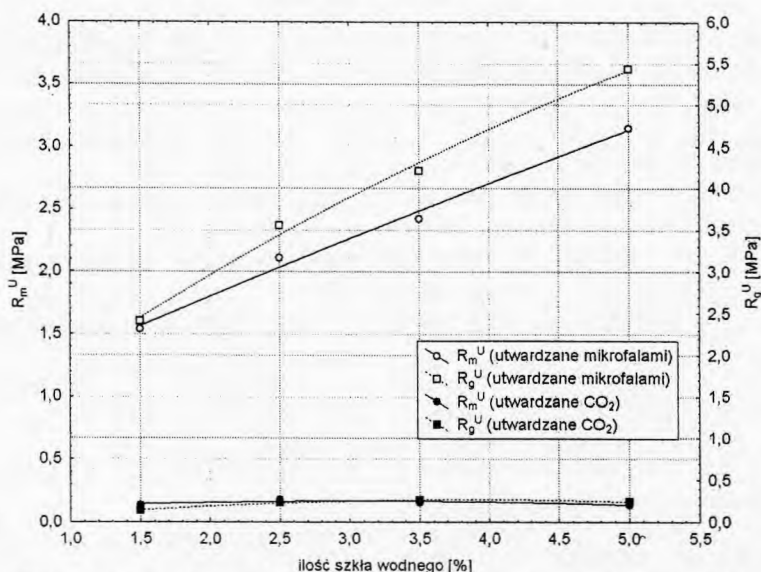
Rys.3. Wpływ ilości szkła wodnego o module 3,0 na wytrzymałość na rozciąganie i zginanie masy formierskiej utwardzanymi mikrofalowo oraz w procesie CO₂



Rys.4. Wpływ ilości szkła wodnego o module 2,5 na wytrzymałość na rozciąganie i zginanie masy formierskiej utwardzanymi mikrofalowo oraz w procesie CO₂



Rys.5. Wpływ ilości szkła wodnego o module 2,9 na wytrzymałość na rozciąganie i zginanie masy formierskiej utwardzanymi mikrofalowo oraz w procesie CO₂



Rys.6. Wpływ ilości szkła wodnego o module 2,0 na wytrzymałość na rozciąganie i zginanie masy formierskiej utwardzanymi mikrofalowo oraz w procesie CO₂

Analizując wyniki badań dla procesu CO₂, można stwierdzić, że wpływ ilości szkła wodnego w masie formierskiej dla wszystkich gatunków szkła wodnego nie wpływa znacząco na wytrzymałość na rozciąganie i zginanie. Również wpływ modułu szkła wodnego w masie formierskiej nie wpływa istotnie na zmiany wytrzymałości na rozciąganie i zginanie. W procesie utwardzania mikrofalowego wpływ ilości szkła wodnego w masie formierskiej bardzo istotnie wpływa na zmianę wartości wytrzymałości na rozciąganie oraz zginanie. Widać wyraźnie, że wraz ze wzrostem zawartości ilości szkła wodnego w masie formierskiej wzrasta zarówno wytrzymałość na rozciąganie jak i zginanie. Wzrost parametrów wytrzymałościowych obserwuje się dla wszystkich modułów szkła wodnego masy formierskiej.

6 WNIOSKI KOŃCOWE

Podsumowując wyniki badań wpływu modułu molowego szkła wodnego oraz ilości szkła wodnego na podstawowe właściwości mas formierskich utwardzanych wybranymi metodami stwierdzono, że wszystkie użyte w badaniach, oferowane w handlu gatunki szkła wodnego sodowego o module od 2,0 do 3,3 (gatunki 137, 140, 145, 149 i 150) mogą znaleźć zastosowanie jako spoiwo mas formierskich i rdzeniowych niezależnie od zastosowanego procesu utwardzania. W masach utwardzanych dwutlenkiem węgla, nie obserwuje się wpływu modułu szkła wodnego na ich wytrzymałość. Najkorzystniejsze oddziaływanie procesu utwardzania stwierdzono w przypadku suszenia mikrofalowego. Wytrzymałość na zginanie i zginanie tak utwardzanych mas jest (w porównaniu z procesem CO_2) bardzo duża i zależna od modułu molowego szkła wodnego. Wykazano, że nagrzewanie mikrofalowe gwarantuje osiągnięcie, w porównaniu do tradycyjnego procesu utwardzania dwutlenkiem węgla, bardzo dobrych właściwości wytrzymałościowych i technologicznych masy formierskiej już przy zawartości w niej szkła wodnego od 1,5%. Wzrost wartości wytrzymałościowych wynosi średnio ok. 70%. Zastosowanie nagrzewania mikrofalowego w procesie utwardzania mas formierskich ze szkłem wodnym gwarantuje, poza istotnym skróceniem czasu procesu, pełną stabilizację ich właściwości oraz znacznie mniejsze zużycie energii, a ponadto możliwość zmniejszenia ilości stosowanego spoiwa i przez to poprawę wybijalności mas. Proces nagrzewania mikrofalowego mas ze szkłem wodnym stwarza, poprzez odpowiedni dobór jego parametrów, możliwość prognozowania ich właściwości i sterowania nimi.

7 LITERATURA

- [1] PIGIEL, M., GRANAT, K., BOGDANOWICZ, J., Suszenie mas formierskich za pomocą mikrofal, III Międzynarodowa konferencja "Nowoczesne technologie odlewnicze - ochrona środowiska", Kraków, 2000.
- [2] PIGIEL, M., Masy formierskie ze szkłem wodnym utwardzane z użyciem mikrofal, Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji, Wrocław, 1998.
- [3] ZYCH, J., Rola zagęszczenia w technologii formy opartej na masach ze szkłem wodnym lub spoiwem chemicznym, Przegląd Odlewnictwa 2/2005.
- [4] JELINEK, P., POLZIN, H., Strukturuntersuchungen und Festigkeitseigenschaften von Natrium-Silikat-Bindern, Giesserei-Praxis 2/2003.
- [5] PIGIEL, M., GRANAT, K., Zastosowanie mikrofalowego nagrzewania w odlewnictwie '97, Zilina, 1997.
- [6] PIGIEL, M., GRANAT, K., NOWAK, D., FLORCZAK, W., Wykorzystanie energii mikrofalowej w procesach odlewniczych, Archiwum Odlewnictwa, 2006.
- [7] PERZYK, M., Odlewnictwo, WNT, Warszawa, 2004.
- [8] PIGIEL, M., Opracowanie mikrofalowego utwardzania rdzeni z pisaku kwarcowego i żywic termoutwardzalnych, Raport ITMA nr 15/99, Wrocław, 1999.
- [9] LEWANDOWSKI, J.L., Tworzywa na formy odlewnicze, Akapit, Kraków, 1997.
- [10] GRANAT, K., NOWAK, D., PIGIEL, M., STACHOWICZ, M., WIKIERA, R., The influence of microwave curing time and water glass kind on the properties of molding sands, Archives of Foundry Engineering. 2007 vol. 7, iss. 4, s. 79-82.2007
- [11] JELINEK, P., Prinos ceskoslovenskeho slevarenstvi k chemizacji wyroby forem a jader na bazi alkalických kremocitanu, Slevarenstvi nr 2/96.